

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Anej Lekše

Avtomatizacija delavniškega dnevnika

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM
PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: doc. dr. Andrej Brodnik

Ljubljana, 2020

COPYRIGHT. Rezultati diplomske naloge so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavo in koriščenje rezultatov diplomske naloge je potrebno pisno privoljenje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil \LaTeX .

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Preveri ali so glasovni asistenti v trenutnem stanju primerni za pomoč pri pisanju delavniških dnevnikov. Seznani se z obstoječimi programskimi rešitvami in jih analiziraj. Po analizi trga se loti izdelave svojega sistema za pisanje delavniških dnevnikov, ki vključuje glasovnega asistenta.

*Na tem mestu zapišite, komu se zahvaljujete za izdelavo diplomske naloge.
Pazite, da ne boste koga pozabili. Utegnil vam bo zameriti. Temu se da
izogniti tako, da celotno zahvalo izpustite.*

Kazalo

Povzetek

Abstract

1	Uvod	1
1.1	Opis domene raziskave	1
1.2	Struktura diplomske naloge	1
2	Pregled problema in rešitve	3
2.1	Problem	3
2.2	Analiza obstoječih rešitev	4
3	Tehnologije in programska oprema	7
3.1	.NET	7
3.2	Xamarin Forms	8
3.3	Amazon Alexa	8
3.4	Amazon Web Services	9
4	Načrtovanje in razvoj sistema OpenReport	11
4.1	Definicija funkcionalnosti	11
4.2	Načrt	11
4.3	Definicija funkcionalnosti	13
4.4	Odločitev za izbor Amazon Alexe	13
4.5	Načrt delovanja strežnika	14
4.6	Načrt in izdelava „Alexa Skilla”	14

4.7	Izdelava API	15
4.8	Izdelava delavca	15
4.9	Postopek oblikovanja in načrtovanja mobilne aplikacije	16
4.10	Evalvacija funkcionalnosti	18
5	Možnosti nadaljnega razvoja	19
6	Zaključek	21

Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
API	Application Programming Interface	vmesnik za programiranje
AWS	Amazon Web Services	Amazonove spletne storitve
LIMS	Laboratory Information Management System	laboratorijski sistem za upravljanje informacij
MVVM	Model View View-Model	Model Pogled Pogled-Model
SNS	Simple Notification Service	preprosta storitev za opozorila
SQS	Simple Queue Service	preprosta vrstna storitev
UI	User Interface	uporabniški vmesnik
VUI	Voice User Interface	glasovni uporabniški vmesnik
XAML	Extensible Application Markup Language	razširljiv aplikacijski označitveni? jezik
XAML	Extensible Application Markup Language	razširljiv aplikacijski označitveni? jezik

Povzetek

Naslov: Avtomatizacija delavniškega dnevnika

Avtor: Anej Lekše

Diplomsko delo obravnava področje izboljšanja procesa pisanja delavniškega dnevnika ali laboratorijskega poročila. Največ časa anketirani študentje porabijo za prepisovanje v digitalno obliko, zapisovanje zapiskov na papir in urejanje teh zapiskov. Cilj je preizkusiti računalniški sistem z glasovnim asistentom, s pomočjo katerega lahko narekujemo zapiske med delom. Te zapiske pa lahko naknandno urejamo s pomočjo mobilne ali namizne aplikacije. Uporabili bomo Amazon Alexo zaradi enostavne izdelave lastnih programov (t.i. Skill-ov).

Ključne besede: mobilni razvoj, glasovni asistenti, razpoznavanje glasu, informacijski sistemi.

Abstract

Title: Workshop report automatisation

Author: Anej Lekše

This thesis deals with the process of optimising the process of writing a lab report. Students, that took part in the survey, spend the most time to type the report into a digital format, write notes on paper and ordering their notes. The goal of thesis is testing a system with a voice assistant that could be used to take notes during work itself. These notes can be edited and ordered later via a mobile or desktop application. We will use Amazon Alexa as it offers simple programming with Alexa Skills.

Keywords: mobile development, voice assistants, voice recognition, information systems.

Poglavje 1

Uvod

1.1 Opis domene raziskave

Diplomsko delo obravnava področje pisanja delavniških in laboratorijskih poročil. Delavniški dnevnik je dokument, ki opisuje potek izdelave izdelka po korakih. Zapis koraka dela vsebuje opis dela, uporabljena orodja in metode ter trajanje. Delavniški dnevnik lahko opisuje tudi korake kontrolnega postopka za željen izdelek.

V diplomski nalogi smo želeli izdelati in raziskati učinkovitost specializiranega sistema za pisanje delavniških dnevnikov. Ta sistem, bi sestavljali glasovni asistent, ki bi služil za narekovanje opomb, mobilne aplikacije, preko katere bi lahko urejali zapiske in strežnika.

// slika primer delavniškega dnevnika

1.2 Struktura diplomske naloge

Diplomsko delo pričenjamo s predstavitvijo področja raziskave in kratko opišemo problem in možno rešitev. V sklopu te diplomske naloge bomo raziskali, ali so glasovni asistent in mobilna aplikacija primerno orodje za učinkovitejše pisanje delavniških dnevnikov. Začnemo z raziskavo že obstoječih rešitev za to problematiko. Nato opišemo, kaj trenutne rešitve te

problematike ponujajo in njihove prednosti in slabosti. Po analizi se lotimo opisa tehnologij, ki smo jih pri pisanju diplome uporabili. V naslednjem poglavju se lotimo načrtovanja sistema za pomoč pri pisanju laboratorijskih poročil. Natančno definiramo funkcionalnosti sistema, utemeljimo odločitev za izbiro Amazon Alexe in izdelamo Alexa Skill, API in mobilno aplikacijo. Funkcionalnosti sistema OpenReport testiramo in analiziramo. V predzadnjem poglavju opišemo možnosti nadaljnjega razvoja projekta.

Poglavje 2

Pregled problema in rešitve

2.1 Problem

2.1.1 Kaj je delavniški dnevnik?

Opis tehnološkega postopka ali delavniški dnevnik je dokument, ki po korakih nedvoumno predstavi postopek izdelave izdelka. Delavniški dnevniki imajo lahko definirane tudi kontrolne postopke za izdelek, orodje, ki ga rabimo za izdelavo in seznam možnih nevarnosti pri delu.

Delavniški dnevnik je sestavljen iz zaporedja korakov, ki si sledijo v časovnem zaporedju. Vsak korak je sestavljata opis postopka in predvideno trajanje. Koraki lahko vsebujejo tudi slikovne razlage.

Opisi tehnološkega postopka se najpogosteje uporabljajo v proizvodnih obratih tovarn.

2.1.2 Primer

Spodnja slika prikazuje primer opisa tehnološkega postopka za izdelavo hladilnika.

// maskiran delavniški dnevnik iz gorenja

Ta opis tehnološkega postopka je strukturiran tako, da se vsi koraki sklicujejo na eno samo tehnično sliko.

// kako podrobno se opisuje korake?

2.1.3 Definicija problematike

V tej diplomski nalogi želimo raziskati trenutne metode izdelave opisa tehnološkega postopka. Raziskati želimo prednosti in slabosti trenutnih metod za izdelavo teh dokumentov. V kasnejših fazah raziskave želimo izdelati svoj specializiran sistem za pisanje delavniških dnevnikov, ki bo poskušal popraviti slabosti trenutnih metod.

Izhajajoč iz navedenega opredeljujem problem diplomskega dela: kako lahko proces izdelave opisa tehnološkega postopka naredimo učinkovitejši in prijaznejši uporabniku s pomočjo specializiranega sistema?

2.2 Analiza obstoječih rešitev

2.2.1 Papir in pisalo

Najstarejša metoda za izdelavo takšnega dokumenta je zapis na formuliran list papirja (// citiraj sliko).

// slika delavniškega dnevnika na papirju

Prednosti uporabe papirja in pisala so, da pri delu izdelovalec ne potrebuje računalnika in cenovna ugodnost. Slabosti takšnega postopka so:

- omejitve glede velikosti prostora, namenjenega vsakemu koraku,
- problematično dopisovanje in urejanje obstoječih korakov,
- nečitljivost rokopisa,
- občutljivost papirja na fizične poškodbe (trganje, mečkanje, vnetljivost,...).

// testni primer za bolt mod na papir

2.2.2 Pisarniški programi

Opis tehnološkega postopka lahko izdelamo v pisarniških programih kot so Microsoft Word ali LibreOffice Writer.

Ta pristop reši večino slabosti uporabe papirja in pisala za pisanje opisa tehnološkega postopka. Korake lahko enostavno dodajamo in urejamo. Prav tako je možno dodajati slikovno gradivo. Pisarniški programi omogočajo tudi enostaven izvoz dokumenta na tiskalnik, če želimo imeti dokument na listu papirja.

Kljub temu pa uporaba te metode prinese nove slabosti:

- če imamo dokument na več mestih, moramo ob spremembah zagotoviti, da se spremenijo vsi.
- Slikovno gradivo je vezano na dokument. Ob spremembah moramo spremeniti celoten dokument, ne le slike.
- Možnost izgube ali izbrisa podatkov.

// slika bolt mod v writerju

2.2.3 Specializirani moduli za poslovne informacijske sisteme

Podjetja in tovarne za svoje izdelke večinoma uporabljajo specializirane module, tesno povezavne z njihovimi informacijskimi sistemi.

// maskirana slika gorenje

Primer je prikazan modul za informacijski sistem SAP (// citiraj sap). Do tega opisa tehnološkega postopka se lahko dostopa iz računalnikov na delovnih mestih, kjer se izvajajo koraki, opisani v dokumentu. Opis tehnološkega postopka v tem primeru sestavljajo:

- podatki o izdelku,
- dodatne opombe,

- opisi korakov,
- definicija kontrolnih postopkov in pregleda,
- CAD izris izdelka.

Takšen specializiran sistem je tesno povezan s proizvodno linijo, prilagodljiv in optimalen glede funkcionalnosti. Poleg tega se podatki hranijo na osrednjem strežniku in ne na posameznih računalnikih. Glavne slabosti takšnega sistema so:

- potrebna proizvodna infrastruktura, ki jo sistem rabi za optimalen izkoristek in
- cena, ki je potrebna za nakup licenc in implementacijo.

V kemijski industriji se laboratorijska poročila pišejo s pomočjo LIMS (Laboratory Information Management System). Sistemi kot so OpenLIMS (// citiraj) imajo že vključene module za pisanje poročil (// citiraj)

// testiraj LIMS

// ne najbolj zanimiva, kaj sem potegnil iz nje porkodijo

Najbolj zanimiva raziskava tega področja se nam je zdela dodelava medicinskega laboratorija s tehnologijo IoT. Namen raziskave je bil preizkus praktične uporabnosti virtualnih asistentov za naloge, kot so branje laboratorijskih postopkov po korakih, in glasovno upravljanje laboratorijskih instrumentov. Pozitivni rezultati bi lahko bili ključnega pomena za slabovidne člane laboratorijev. Kot glasovni asistent je bila uporabljena Amazon Alexa. Raziskovalna ekipa je v laboratorij lahko vgradila IoT naprave brez previsokih stroškov. Prepoznavanje govora in ukazov je bilo konsistentno in hitro, ne glede na spol uporabnika. Motnje pri razpoznavanju je povzročal večinoma ozadni hrup. Povprečna natančnost prepoznavne ukazov je bila 95%. Raziskovalci so zabeležili tudi problem moteče kakofonije v laboratoriju, v katerem je več raziskovalcev, ki uporabljajo glasoven nadzor naprav.

Poglavje 3

Tehnologije in programska oprema

3.1 .NET

.NET je razvojna platforma, razvita s strani Microsofta. Obsega programske jezike, prevajalnike, orodja in knjižnice, ki omogočajo širok spekter primerov uporabnosti, hkrati pa se ohranja enovitost ozadne kode.

Najpomembnejše tehnologije, ki ga sestavljajo so:

- .NET Framework - platforma za razvoj spletnih strani in namiznih Windows aplikacij,
- .NET Core - odprtokodna platforma za razvoj spletnih storitev,
- Xamarin, ki je ogrodje za razvoj mobilnih aplikacij za najpogostejše mobilne operacijske sisteme (Android, iOS).

Poleg teh tehnologij je .NET vključen tudi v razna druga orodja. Uporabljajo se za razvoj iger, virtualne resničnosti, računalniškega vida, strojnega učenja, itd.

3.2 Xamarin Forms

Ogrodje Xamarin je odprtokodno orodje za razvoj mobilnih aplikacij, ki ga je razvil Microsoft. Je nadgradnja ogrodja .NET.

Z njim je mogoče pri preprostih aplikacijah deliti večino kode med različnimi operacijskimi sistemi. Za ozadno kodo se uporablja .NET (C#), za front-end pa se uporablja XAML (Extensible Application Markup Language).

Kodo za sam izgled aplikacije (v nadaljevanju *front-end*) se piše v jeziku XAML.

V ozadju lahko tem elementom v C# razredih prirejamo vrednosti.

3.3 Amazon Alexa

Amazon Alexa je glasovni asistent, razvit s strani podjetja Amazon. Za uporabo Amazon Alexe sem se odločil zaradi razširjenosti in dobre dokumentacije programskega vmesnika.

3.3.1 Alexa Skill

Alexine osnovne funkcionalnosti lahko nadgradimo s funkcijami, ki se jim reče "Skill". Skill lahko naredi vsakdo z Amazon Developer računom.

Skill sestavljajo:

- Invocation - fraza, ki Skill zažene,
- Intent - fraze, ki jih Skill razpozna kot funkcije,
- Endpoint - omrežni vir, kjer se nahaja ozadna koda Skill-a.

Skill je vezan na Amazonov uporabniški račun. Ko Alexa zasliši Invocation ali katerega od Intentov, glasovni posnetek pošlje na Amazonov strežnik. Ta s pomočjo strojnega učenja razpozna ukaze in pošlje ukaze na Endpoint. To je lahko druga Amazonova storitev (npr. AWS Lambda), Microsoftov

Azure strežnik ali naš lasten strežnik. Ko Endpoint obdela zahtevo, se rezultat pošlje nazaj na Amazonov strežnik v obliki znakovnega niza. Ta podatek se nato pošlje nazaj na uporabnikovo Alexo, ki prejeti znakovni niz izgovori.

3.4 Amazon Web Services

AWS je skupek oblačnih storitev, ki ga ponuja podjetje Amazon. AWS sestavlja več kot 200 storitev, od gostovanja spletnih strani, do sistemov za pošiljanje in prejemanje obvestil, sistemov za komunikacijo med storitvami, itd. Ponuja dodelano integracijo s popularnimi programskimi jeziki in ogrodji, kot so Java, .NET, Python, Node.js, itd. Storitve je plačljiva po principu "pay-as-you-go" ali "plačaj kolikor porabiš". Pri tej diplomski nalogi se bom osredotočil na uporabo dveh sistemov.

3.4.1 AWS SQS

AWS SQS je sistem za pošiljanje tekstovnih sporočil med odjemalci preko Amazonovih strežnikov. Za hranjenje sporočil je treba registrirati Queue ali vrsto. Ta je lahko navadna vrsta, kjer prejeta sporočila niso nujno urejena po času ustvarjanja, lahko pa je tipa FIFO. Pri FIFO vrsti sporočila prejmemo v točno takšnem vrstnem redu, kot smo jih poslali. Da pošljemo sporočilo pošljemo "SendMessage Request". Da sporočilo prejmemo pošljemo zahtevo "ReceiveMessage Request". Ker lahko iz vrste pobremo največ 5 sporočil naenkrat, moramo prejeta sporočila iz nje tudi izbrisati. To dosežemo z "DeleteMessage Request".

3.4.2 AWS Lambda

AWS Lambda je dogodkovno-vodena računalniška platforma, razvita s strani Amazona. Poganja programske funkcije na podlagi prejetih dogodkov in avtomatsko razpolaga z računalniškimi viri, na podlagi zahtevnosti operacij. Storitve je bila ustvarjena predvsem za učinkovito posodabljanje DynamoDB

podatkovnih baz in nalaganje slik in objektov na storitve, kot so Amazon S3.

Poglavje 4

Načrtovanje in razvoj sistema OpenReport

4.1 Definicija funkcionalnosti

4.2 Načrt

Po premisleku in raziskavi trga sem prišel do ugotovitve, da učinkovit sistem za pisanje opisa tehnološkega postopka:

- povzroča čim krajše prekinitve dela,
- vsebuje možnost uporabe glasu za narekovanje opomb,
- hrani uporabljene podatke (fotografije, zapiske) na enem mestu.

Predvideno rešitev za zadani problem sem poimenoval OpenReport. Sistem OpenReport bodo sestavljali:

- strežniški program,
- mobilna aplikacija,
- glasovni asistent.

Vsak del sistema bo opravljal svojo nalogo. Strežniški program bo tekel na osebнем računalniku, in bo ponujal API, ki ga bosta uporabljala glasovni asistent in mobilna aplikacija. Strežniški program bo tudi skrbel za hranjenje podatkov na računalniku, na katerem bo tekel. Skrbel bo tudi za izvoz poročila v tekstovni obliki ali v obliki dokumenta.

Mobilna aplikacija za operacijski sistem Android bo osnovni način prikazovanja elementov delavniškega dnevnika. Preko te aplikacije bo uporabnik lahko:

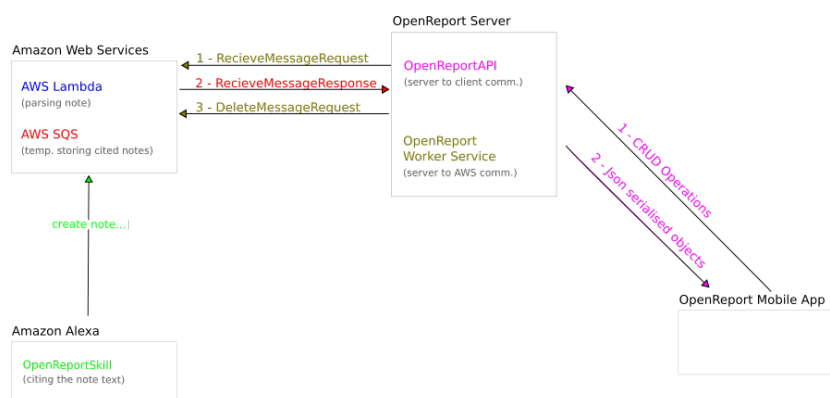
- ustvaril nova poročila,
- odprl obstoječa poročila,
- zajemal slike in jih vstavljaj v odprto poročilo,
- napisal tekstovne opombe in jih vstavljaj v poročilo,
- urejal vrstni red elementov poročila.

Glasovni asistent bo služil za narekovanje opomb. Za glasovnega asistenta bom uporabil Amazon Alexo. Sistem OpenReport sestavljajo strežnik, glasovni asistent, mobilna aplikacija in skupek AWS storitev (Slika 4.1).

Glasovni asistent Amazon Alexa ima nalogo sprejemati glasovna navodila uporabnika. Ko od uporabnika prejme zapisek, OpenReportSkill ta zapisek pošlje v AWS SQS vrsto. Alexa uporabniku javi, da je sporočilo hranjeno.

Naloga strežnika je, da hrani podatke o uporabnikih, projektih in zapisih. Strežnik sestavljata dve storitvi. Prva je API, ki ponuja vmesnik za upravljanje s podatki v podatkovni bazi. Druga storitev je delavec, ki v določenih časovnih intervalih kontaktira storitev AWS SQS vrsto, v katero Alexa zapisuje opombe. V kolikor je v tej vrsti sporočilo ga prejme, vpiše v podatkovno bazo in ga izbriše iz SQS vrste.

Mobilna aplikacija komunicira z API.



Slika 4.1: Visokonivojski načrt sistema

4.3 Definicija funkcionalnosti

Na začetku smo definirali primere uporabe sistema OpenReport. Uporabnik mora imeti možnosti ustvariti nov projekt ali odpreti obstoječega. Projekt lahko uporabnik tudi izbriše ali arhivira.

Uporabnik lahko projektu doda zapiske, ki so lahko v besedilni obliki ali slike. Te lahko doda preko mobilne aplikacije ali jih narekuje s pomočjo glasovnega asistenta.

Uporabnik lahko ureja zapiske, spreminja njihov vrstni red ali jih odstranjuje.

4.4 Odločitev za izbor Amazon Alexe

Za Amazon Alexo sem se odločil, saj ponuja enostavno možnost programiranja s Skilli. To poleg tega za testiranje ne rabimo fizične enote, saj si lahko na vsako Android napravo namestimo Alexa aplikacijo. Aplikacija ponuja iste funkcionalnosti kot pametni zvočniki Amazon Echo ali Amazon Dot. Poleg tega jo je zelo enostavno spojiti z drugimi Amazonovimi spletnimi storitvami, kot so AWS SQS ali AWS SNS.

4.5 Načrt delovanja strežnika

API endpointi

4.6 Načrt in izdelava „Alexa Skilla”

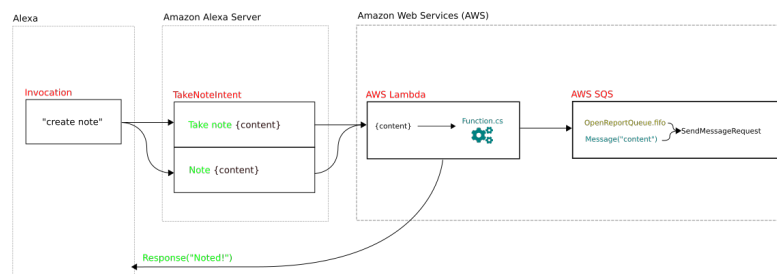
OpenReportSkill se bo začel izvajati z "Invocation" frazo „make a report note". Uporabnik lahko nato izbere med naslednjimi ukazi:

- "take note"
- "create a text note"
- "take a picture"

Alexa pošlje posnetek govora na Amazonov Alexa Server, kjer se zahteva obdela in primerja z nastavljenimi Intenti. Frazi "note" ali "take note", na začetku narekovanega besedila, se ujemata s frazami za klic Intenta TakeNoteIntent.

Amazonov Alexa Server nato pošlje TakeNoteIntent in vsebino (na sliki 4.2 {content}) na nastavljen Endpoint. Ta je v našem primeru gostovan na storitvi AWS Lambda.

Endpoint gosti ozadno kodo za obdelavo podatkov, ki jih Alexa Server pošlje. V našem Endpointu se TakeNoteIntent obdela tako, da se {content} pošlje kot novo sporočilo v AWS SQS. Ko je sporočilo poslano, Endpoint Alexa Serverju pošlje nazaj zahtevo Response. Ta hrani niz, ki ga bo Alexa izgovorila uporabniku. V našem primeru je to stavek "Noted!".



Slika 4.2: Načrt Alexa Skilla

4.7 Izdelava API

4.8 Izdelava delavca

Delavec (ang. Worker Service) je storitev, ki se praviloma konstatno izvaja v ozadju. V našem primeru se delavec uporablja za dobivanje sporočil iz AWS SQS sporočilne vrste in vstavljanje prejetih sporočil v podatkovno bazo.

Ustvaril sem ga tako, da sem v trenutni Solution dodal nov projekt tipa WorkerService. Komponente takega projekta so predvsem razred Startup, ki se kliče prvi po zagonu programa in razred Program, v katerega pišemo poslovno logiko programa.

Pomemben del programiranja delavca je bil konfiguracija AWS storitev. Zaradi varnosti, v projektne datoteke nisem neposredno vpisal vseh dostopnih podatkov za Amazonove spletne vire. Najvarnejši način za dostopanje do teh podatkov je uporaba privzete AWS CLI lokacije za hranjenje dostopnih podatkov, ki se nahaja v domačem direktoriju uporabnika. Natančneje, konfiguracijski datoteki se nahajata v mapi ".aws", poimenovani pa sta "credentials" in "config".

V datoteki appsettings.json, OpenReportWorkerService projekta, sem do-

dal sekcijo AWS. Ta je kasneje uporabljena za avtentikacijo zahtev za delo s SQS sporočili.

Delavec deluje tako, da v while zanki, vsake 10 sekund, AWS SQS vrsto vpraša, ali je na voljo kakšno sporočilo, tako, da pošlje vrsti `ReceiveMessageRequest`. Če je v prejetem `ReceiveMessageResponse` kakšno sporočilo, se za vsako sporočilo ustvari nov tip objekta `Note`. Vsak se nato z API klicem nato vnese v podatkovno bazo. Pripne se trenutno odprtemu projektu.

Ko je sporočilo vnešeno v podatkovni bazi, se lahko izbriše iz SQS vrste. To dosežemo z `DeleteMessageRequest`-om.

4.9 Postopek oblikovanja in načrtovanja mobilne aplikacije

Mobilno aplikacijo sem se odločil razviti s tehnologijo `Xamarin.Forms`. Razlogi za to so predvsem dobro poznavanje tehnologije in enostavna integracija z ostalimi tehnologijami iz .NET sklopa. Prav tako se lahko ospredna XAML in ozadna C# koda v veliki meri uporabita v drugih .NET rešitvah.

Postopek sem začel z premislekom o funkcionalnostih aplikacije. Nato sem začel z skico pogledov na list papirja. Ko sem prišel do željene oblike, sem s programom `Inkscape` narisal prototipe vseh pomembnejših pogledov.

4.9.1 Pristop

Pristop razvoja aplikacije, ki sem ga ubral se imenuje `Model View View-Model` (v nadaljevanju `MVVM`). Pri tem pristopu aplikacijo razdelimo na tri dele.

Model je del, kjer definiramo elemente naše poslovne logike, prikaz podatkov, itd.

View je uporabniški vmesnik.

ViewModel pa se uporablja, da se poveže funkcije uporabniškega vmesnika in poslovne logike.

Rezultat upoštevanja tega pristopa je čista koda. Model vsebuje le abstrakcijo naših podatkov in poslovno logiko. Ti podatki se v ViewModelu pretvorijo v obliko, ki bo prikazana uporabniku. View pa vsebuje izključno UI elemente in povezavo na ViewModel.

```
// slika mvvm
```

4.9.2 Uvoz knjižnic in zunanjih virov v projekt

Po dizajnu sem se lotil programiranja. Najprej sem ustvaril prazen Xamarin projekt tipa Shell. Najprej sem želel uvoziti funkcionalnosti, ki bi mi v prihodnjih fazah olajšale delo. Prva taka stvar je bila uvoz razširitev Fody. To je orodje, ki med prevajanjem MVVM aplikacije določene odseke C# kode "vstavi" v preveden assembly. S tem se ohrani ista funkcionalnost z veliko manj boilerplate kode.

```
// slika fody
```

Naslednja takšna funkcionalnost je bila uvoz fontov. Za ikone nisem uporabil SVG ali PNG zbirk, ampak sem uporabil popularen font FontAwesome, ki ga nekoliko enostavneje uporabiti in uvoziti.

V projektu OpenReportShell.Android sem v Assets mapo dodal podmapo fonts. V tej mapi se nahaja datoteka s FontAwesome Solid fontom.

Ta font sem uporabil tako, da sem v osnovnem projektu dodal Resource v datoteki App.xaml.

```
// slika resource
```

4.9.3 Povezava na strežnik in razred Startup.cs

Za povezavo na strežnik sem želel v projektu imeti eno instanco statičnega razreda. Ta razred (OpenReportCloudCommunicationService) vsebuje metode, namenjene komunikaciji z API-jem.

Registriral sem ga po metodi DependencyInjection. To sem dosegel tako, da sem v projekt dodal razred Startup.cs. V tem razredu sem registriral razred ServiceProvider, s katerim bom lahko dostopal do registriranih razredov

drugod po aplikaciji.

V `ServiceProvider` sem dodal dva razreda. Prvi je `HttpClient`, ki sem ga uporabil za pošiljanje HTTP sporočil na strežnik, drugi pa je `OpenReportServerCommunicationService`, ki je bil uporabljen za formiranje HTTP sporočil.

```
// slika ConfigureServices
```

```
// slika OpenReportServerCommunicationService
```

4.9.4 DashboardPage

Na strani `DashboardPage` se uporabniku prikaže seznam odprtih projektov. Ko uporabnik klikne na željeni projekt, ga preusmeri na stran `ProjectPage`, kjer ga lahko ureja. Če nanj pridrži, se mu pokažejo dodatne opcije, kot so izbris in arhiviranje.

```
// slika DashboardPage
```

4.9.5 ProjectPage

Najpomembnejši del aplikacije je urejanje zapiskov. To lahko uporabnik dela,

4.10 Evalvacija funkcionalnosti

Poglavje 5

Možnosti nadaljnega razvoja

Poglavje 6

Zaključek

